

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 200 1/2002

September 200 1

**KIT 350 – Operasi Unit II**

Masa: 3 Jam

---

Sila pastikan kertas ini mengandungi ENAM muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab sebarang LIMA soalan.

Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan, hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Lampiran: Jadual Sifat Air Tepu; Jadual Sifat Minyak Pelincir (SAE 50) Tepu.

1. (a) Tuliskan nota ringkas bagi perkara-perkara berikut:

- (i) Mod-mod pemindahan haba
- (ii) Koefisien pemindahan haba keseluruhan, U dalam pemindahan haba konduksi-perolakan.

(6 markah)

.../2-

-2-

- (b) Sebatang paip 1 m panjang adalah diperbuat daripada dua lapisan logam. Lapisan dalam terdiri daripada logam kuprum manakala lapisan luar adalah logam zink dengan ketebalan 0.2 cm setiap satunya. Suatu cecair,  $C_1$ , mengalir pada suhu,  $T_{c_1}$  di dalam paip. Paip keseluruhannya terdedah kepada cecair  $C_2$  pada suhu  $T_{c_2}$ . Koefisien pemindahan haba dalam,  $h_{c_1}$ , dan di luar adalah  $h_{c_2}$ . Jika jejari dalaman paip adalah 0.8 cm,
- (i) terbitkan satu persamaan untuk kadar alir haba,  $q$ , melalui paip itu per unit panjang di mana  $T_{c_2} > T_{c_1}$ .  
(8 markah)
- (ii) Kirakan kadar alir haba,  $Q$ , sekiranya suhu  $T$  dan koefisien pemindahan haba  $h$  bagi cecair  $C_1$  adalah  $18^\circ\text{C}$  dan  $1.7 \text{ kWm}^{-2} \text{ K}^{-1}$  manakala untuk cecair  $C_2$  adalah  $46^\circ\text{C}$  dan  $8.5 \text{ kWm}^{-2} \text{ K}^{-1}$ .  
(6 markah)
2. Sebuah turus kaca yang berdiri tegak berisikan air dan terdedah kepada udara. Suhu dan tekanan bagi air dan udara adalah pada  $25^\circ\text{C}$  dan 1 atm. Aras air hingga ke hujung pembukaan tiub adalah  $z$  cm.
- (a) Terbitkan satu persamaan untuk fluks pembauran air ke udara,  $N_{\text{air}}$ , untuk situasi di atas. Andaikan situasi adalah isoterma.  
(12 markah)
- (b) Kiralah nilai
- (i) tekanan purata log,  $P_{\text{udara m}}$ , dan
- (iii) Kadar pengewapan air ke udara,  $N_{\text{air}}$   
(8 markah)
- Diberikan:  $z = 0.2 \text{ m}$ ,  $D_{\text{air}} = 0.28 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ , tekanan wap air ( $25^\circ\text{C}$ ) =  $2.4 \times 10^3 \text{ Pa}$

.../3-

-3-

3. Minyak pelincir (SAE 50) mengalir pada kelajuan  $10 \text{ m s}^{-1}$  dalam sebatang paip keluli berdiameter luaran 5 cm dan tebal 1 cm. Paip ini menembusi sebatang paip konkrit yang berdiameter dalaman 1 m pada arah tegak-tepat relatif kepada paksi paip konkrit. Air mengalir dalam paip konkrit pada kelajuan  $25 \text{ m s}^{-1}$ . Jika suhu minyak pelincir dan suhu air ialah  $90^\circ\text{C}$  dan  $20^\circ\text{C}$  masing-masingnya kiralah

- (i) koefisen pemindahan haba,  $h_m$ , untuk minyak pelincir,
- (ii) koefisen pemindahan haba,  $h_a$ , untuk air,
- (iii) koefisen pemindahan haba keseluruhan,  $U$ , dan
- (iv) kadar alir haba per unit panjang,  $q$ ,

untuk pemindahan haba dari minyak pelincir kepada air. [Jadual-jadual berkenaan dilampirkan]

(20 markah)

4. (a) Dengan menggunakan sama ada model penukar haba dwi-paip lawan arus atau sesiri, terbitkan persamaan untuk perbezaan suhu purata log,  $T_{lm}$ . Berikan komen tentang kepentingan  $T_{lm}$  berbanding nilai-nilai purata suhu yang lain dalam aplikasi pengiraan kadar alir haba  $Q$  untuk kes di atas.

(10 markah)

- (b) Suatu membran yang mempunyai ketebalan  $2 \times 10^{-3} \text{ cm}$ , kebolehtelapan  $P_A' = 400 \times 10^{-10} \text{ cm}^3 \text{ (STP) / (s.cm}^2\text{.cm Hg)}$  dan  $\alpha^* = 10$  digunakan untuk memisahkan satu campuran gas A dan gas B. Kadar aliran suapan ialah  $q_f = 2 \times 10^3 \text{ m}^3 \text{ (STP)/s}$  dan komposisinya ialah  $x_f = 0.413$ . Tekanan di bahagian suapan ialah 80 cm Hg dan tekanan di bahagian menelap ialah 20 cm Hg. Komposisi singkiran ialah  $x_o = 0.30$ . Dengan menggunakan model campuran sempurna, kiralah komposisi bahan yang menelap dan luas membran tersebut.

(10 markah)

.../4-

-4-

5. Suatu larutan panas  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  mengandungi 30.6 kg  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  / 100 kg air mengalami proses penghabluran apabila larutan tersebut disejukkan. Semasa penyejukan, 10 % daripada air asal telah tersejat. Bagi 100 kg larutan suap, kiralah:

- (a) Hasil hablur sekiranya larutan tersebut disejukkan kepada 27 °C. Diberi keterlarutannya ialah 8.6 kg  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ /100 kg air.

(10 markah)

- (b) Hasil hablur sekiranya larutan tersebut disejukkan kepada 17 °C. Diberi keterlarutannya ialah 7.0 kg  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ /100 kg air.

JAR : Ba = 137 &amp; N = 14

(10 markah)

6. (a) Satu campuran cecair organik yang tak terlarut campur terdiri daripada air dan etilena dalam nisbah 0.5:0.5. Campuran tersebut bagaimanapun tidak diketahui tahap ketulenannya. Oleh itu ia mestilah melalui penyulingan stim pada jumlah tekanan 1 atm untuk memperoleh campuran yang tulen. Tentukan takat didih campuran tersebut dalam ungkapan °C serta komposisi wapnya. Jadual berikut ialah sebahagian daripada tekanan-wap bagi air dan etilena:

Tekanan-Wap		
Suhu (K)	Air (kPa)	Etilena (kPa)
353.8	48.5	1.33
369.2	87.7	2.67
372.3	98.3	3.04
386.4	163.3	5.33

(6 markah)

.../5-

-5-

- (b) Satu campuran 50 g mol cecair benzena dan 50 g mol air mendidih pada tekanan 101.32 kPa di dalam penyuling. Cecair benzena bagaimanapun tak terlarut campur di dalam air. Tentukan takat didih campuran tersebut dalam ungkapan °C serta komposisi wapnya. Komponen yang manakah akan habis dahulu dari penyuling tersebut? Jadual berikut ialah sebahagian daripada data tekanan-wap bagi air dan benzena:

Tekanan-Wap		
Suhu (K)	Air (mm Hg)	Benzena (mm Hg)
308.5	43	150
325.9	106	300
345.8	261	600
353.3	356	760

(14 markah)

7. Pengekstrakan peringkat tunggal dijalankan bagi 400 kg larutan yang mengandungi 35 peratus berat asid asetik dalam air. Larutan tersebut diekstrakkan dengan 400 kg isopropil eter tulen. Kiralah jumlah serta komposisi lapisan ekstrak dan lapisan rafinat. Berapa peratuskah asid asetik yang dikeluarkan?

(20 markah)

Jadual Keseimbangan Asid Asetik–  
Air – Isopropil Eter

Water Layer (wt %)			Isopropyl Ether Layer (wt %)		
Acetic Acid	Water	Isopropyl Ether	Acetic Acid	Water	Isopropyl Ether
0	98.8	1.2	0	0.6	99.4
0.69	98.1	1.2	0.18	0.5	99.3
1.41	97.1	1.5	0.37	0.7	98.9
2.89	95.5	1.6	0.79	0.8	98.4
6.42	91.7	1.9	1.93	1.0	97.1
13.30	84.4	2.3	4.82	1.9	93.3
25.50	71.1	3.4	11.40	3.9	84.7
36.70	58.9	4.4	21.60	6.9	71.5
44.30	45.1	10.6	31.10	10.8	58.1
46.40	37.1	16.5	36.20	15.1	48.7

Source : *Trans. A.I.Ch.E.*, 36, 601, 623 (1940). With permission.

-00000000-

## LAMPIRAN

Jadual Sifat Air Tepu

$t$ °C	$c_p$ kJ/kg-°C	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$\mu \times 10^3$ kg/m-s	$\nu \times 10^6$ m <sup>2</sup> /s	$k$ W/m-°C	$\alpha \times 10^7$ m <sup>2</sup> /s	$\beta \times 10^3$ 1/°K	Pr
0	4.218	999.8	1.791	1.792	0.5619	1.332	-0.0853	13.45
5	4.203	1000.0	1.520	1.520	0.5723	1.362	0.0052	11.16
10	4.193	999.8	1.308	1.308	0.5820	1.389	0.0821	9.42
15	4.187	999.2	1.139	1.140	0.5911	1.413	0.148	8.07
20	4.182	998.3	1.003	1.004	0.5996	1.436	0.207	6.99
25	4.180	997.1	0.8908	0.8933	0.6076	1.458	0.259	6.13
30	4.180	995.7	0.7978	0.8012	0.6150	1.478	0.306	5.42
35	4.179	994.1	0.7196	0.7238	0.6221	1.497	0.349	4.83
40	4.179	992.3	0.6531	0.6582	0.6286	1.516	0.389	4.34
45	4.182	990.2	0.5962	0.6021	0.6347	1.533	0.427	3.93
50	4.182	998.0	0.5471	0.5537	0.6405	1.550	0.462	3.57
55	4.184	985.7	0.5043	0.5116	0.6458	1.566	0.496	3.27
60	4.186	983.1	0.4668	0.4748	0.6507	1.581	0.529	3.00
65	4.187	980.5	0.4338	0.4424	0.6553	1.596	0.560	2.77
70	4.191	977.7	0.4044	0.4137	0.6594	1.609	0.590	2.57
75	4.191	974.7	0.3783	0.3881	0.6633	1.624	0.619	2.39
80	4.195	971.6	0.3550	0.3653	0.6668	1.636	0.647	2.23
85	4.201	968.4	0.3339	0.3448	0.6699	1.647	0.675	2.09
90	4.203	965.1	0.3150	0.3264	0.6727	1.659	0.702	1.97
95	4.210	961.7	0.2978	0.3097	0.6753	1.668	0.728	1.86
100	4.215	958.1	0.2822	0.2945	0.6775	1.677	0.755	1.76
120	4.246	942.8	0.2321	0.2461	0.6833	1.707	0.859	1.44
140	4.282	925.9	0.1961	0.2118	0.6845	1.727	0.966	1.23
160	4.339	907.3	0.1695	0.1869	0.6815	1.731	1.084	1.08
180	4.411	886.9	0.1494	0.1684	0.6745	1.724	1.216	0.98

\* $c_p$ ,  $\rho$ ,  $\mu$ ,  $\beta$  computed from equations recommended in ASME Steam Tables, 3rd ed., New York, Am. Soc. Mech. Engrs., 1977.  $k$  computed from equation recommended in J. Kestin, "Thermal Conductivity of Water and Steam," *Mech. Eng.*, Aug. 1978, p. 47.

Jadual Sifat Minyak Pelincir (SAE 50) Tepu

$t$ °C	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$c_p$ kJ/kg-°C	$\nu \times 10^6$ m <sup>2</sup> /s	$k$ W/m-°C	$\alpha \times 10^7$ m <sup>2</sup> /s	Pr	$\beta \times 10^3$ 1/°K
Lubricating Oil (Approx. SAE 50)							
0	899.12	1.796	4280	0.147	0.911	47100	0.70
20	888.23	1.880	900	0.145	0.872	10400	
40	876.05	1.964	240	0.144	0.834	2870	
60	864.04	2.047	83.9	0.140	0.800	1050	
80	852.02	2.131	37.5	0.138	0.769	490	
100	840.01	2.219	20.3	0.137	0.738	276	
120	828.96	2.307	12.4	0.135	0.710	175	
140	816.94	2.395	8.0	0.133	0.686	116	
160	805.89	2.483	5.6	0.132	0.663	84	

\*From E. R. G. Eckert and R. M. Drake, *Analysis of Heat and Mass Transfer*, New York, copyright McGraw-Hill, 1972 used by permission.